

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学 号: 200434045

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

不同类型水体有色溶解有机物质 (CDOM)

时间变化特征及其影响机制研究

Temporal Variations of Chromophoric
Dissolved Organic Matter in Different Waters

周 雯

指导教师姓名: 商少凌 教授

专 业 名 称: 环 境 科 学

论文提交日期: 2007 年 8 月

论文答辩时间: 2007 年 月

学位授予日期: 2007 年 月

答辩委员会主席:

评 阅 人:

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文而产生的权利和责任。

声明人（签名）：

2007 年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版，有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅，有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索，有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

1、保密（ ），在 年解密后适用本授权书。

2、不保密（ ）

（请在以上相应括号内打“√”）

作者签名： 日期：2007 年 月 日

导师签名： 日期： 年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

摘要

本论文选择了两种类型水体作为研究对象,即以厦门大学芙蓉湖、情人湖为代表的淡水水体及以台湾海峡为代表的海洋水体,分别调查这两种类型水体 CDOM 的含量、分布、随时间变化的特征,并分析其控制因素。

2006 年 5~12 月调查期间,芙蓉湖 CDOM 吸收 $a_g(355)$ 变化范围在 $1.91\sim 3.50\text{ m}^{-1}$ 之间,平均 2.88 m^{-1} ;情人湖 CDOM 吸收 $a_g(355)$ 变化范围为 $3.95\sim 9.85\text{ m}^{-1}$ 之间,平均 5.35 m^{-1} ;二者有近似的光谱斜率 S_g ,变化在 $0.016\sim 0.019\text{ nm}^{-1}$,平均 0.017 nm^{-1} 。情人湖 CDOM 主要来源于周边林地输入,CDOM 吸收 $a_g(355)$ 的变化几乎完全受控于大规模的降雨;而芙蓉湖 CDOM 在 5~7 月间观测到 CDOM 吸收 $a_g(355)$ 与浮游植物吸收 $a_{ph}(675)$ 的显著正相关,提示浮游植物生产对 CDOM 的贡献是该水体 CDOM 变化的主控因素,但两次超过 150 mm 的降雨,仍然可以带来相对强的外源输入,导致 $a_g(355)$ 高值的出现。

2005 年 7 月及 2006 年 6~7 月对台湾海峡南部的调查结果表明,台湾海峡南部 CDOM 丰度低, $a_g(355)$ 变化范围为 $0.01\sim 0.36\text{ m}^{-1}$, 与大洋水体较为接近。05 年航次调查发现,只有盐度低于 32 的近岸样品, $a_g(355)$ 与盐度呈反相关关系;盐度高于 32 的区域 $a_g(355)$ 和叶绿素 a (Chla) 呈显著线性相关 ($R^2=0.53$, $n=53$),说明 05 年航次调查期间台湾海峡南部 CDOM 主要来源于现场生产,但在东山以南的近岸表层陆源输入影响显著;而 06 年航次调查期间,发现 $a_g(355)$ 与盐度基本上呈反相关, $a_g(355)$ 和 Chla 基本上呈正相关,但不存在 05 年的显著的正相关关系,说明 2006 年低盐沿岸流带来的外源 CDOM 输入与 CDOM 的现场生产,二者的影响程度相当。调查期间追踪了两个水华过程,CDOM 吸收 $a_g(355)$ 的变化在 $0.01\sim 0.36\text{ m}^{-1}$, 未呈现一定的规律,且 $a_g(355)$ 与 Chla 没有共变趋势。海洋水动力过程很可能造成了 CDOM 难以伴随着 Chla 积累。

两个湖泊,CDOM 吸收 $a_g(355)$ 与荧光强度仅在三个时间段观测到线性相关,其余时段均没有显著的相关关系,说明荧光仅是间接反映吸收的一个指标,且容易受别的因素的影响,如果完全依赖相对简便易行的荧光手段来检测 CDOM,可能是危险的。

05 年航次期间,观测到与浮游生物活动有关的紫外区波段 ($300\sim 350\text{ nm}$) 强

吸收信号的出现，但 06 年航次期间却没有观测到该现象，该海域 CDOM 现场生产机制仍需要进一步的研究。

关键词： 有色溶解有机物质；光吸收；荧光；时间变化；控制因子；台湾海峡；淡水湖

带格式的：底端：（无框线）

Abstract

This study ~~focused~~ on the temporal pattern of Chromophoric Dissolved Organic Matter (CDOM) in different waters, which is a topic rarely reported in the literature. The content and the variation of CDOM in Furong pool, Qingren pool and the Taiwan Strait were investigated.

删除的内容: focuses

~~From~~ May to December 2006, CDOM absorption coefficients at 355 nm ($a_g(355)$) ranged from 1.91 to 3.50 m^{-1} in Furong Pool (2.88 m^{-1} on average), and from 3.95 to 9.85 m^{-1} in Qingren Pool (5.35 m^{-1} on average). The spectral slope (S_g) (300~500 nm) in both waters ranged from 0.016 to 0.019 nm^{-1} . These two pools had totally different surrounding, leading to different temporal patterns of CDOM. Qingren pool is surrounded by forests. Peaks of CDOM occurred following precipitation induced by typhoon. It meant that terrestrial input from surrounding forests by massive rainfall was the primary factor controlling the variation of CDOM in Qingren pool. By contrast, Furong pool is ~~on~~ the main campus of Xiamen University, surrounded by architecture. It was found that $a_g(355)$ was significantly correlated with $a_{ph}(675)$ during May to July in 2006 ($R^2=0.66$, $n=12$; $R^2=0.87$, $n=12$). While the contribution from phytoplankton might be dominant during most of the observing ~~period~~, it was noticed that storm events (e.g. precipitation >150 mm) could ~~result~~ in high values of $a_g(355)$.

删除的内容: During the period of

删除的内容: located in

删除的内容: time

删除的内容: rain

删除的内容: impact the content of CDOM in the pool, resulting

删除的内容: found

删除的内容: as observed in

$a_g(355)$ was ~~low~~ in the southern Taiwan Strait in summer, 2005 and 2006. It ranged between 0.01 to 0.36 m^{-1} , similar to those observed in the open ocean. In 2005, $a_g(355)$ showed a linear, inverse relationship with salinity in the surface water near Dongshan Island. However, for most of the samples with salinity higher than 32, $a_g(355)$ was highly correlated with chlorophyll a (Chla) ($R^2=0.53$, $n=53$), indicating CDOM was mainly ~~from~~ local production rather than terrestrial input in 2005. In 2006, $a_g(355)$ ~~showed~~ a weakly inverse relationship with salinity and a weakly positive relationship with Chla. It was thus suggested that ~~CDOM was influenced by~~ both terrestrial input and local production ~~during~~ the survey. ~~A continuous bloom was observed~~ triggered by coastal upwelling during both cruises. $a_g(355)$ ranged from 0.01 to 0.36 m^{-1} , while ~~Chla~~ changed from 0.29 to 15.38 $\mu\text{g/L}$. However, neither a consistent ~~day-to-day~~ ~~CDOM~~ variation ~~nor~~ ~~CDOM-Chla coupling~~.

删除的内容: originated

删除的内容: shows

删除的内容: might have impacts on CDOM when

删除的内容: was doing

删除的内容: We carried out a

删除的内容: observation on a

删除的内容: chlorophyll a

删除的内容: day

删除的内容: to

删除的内容:

删除的内容: for CDOM

删除的内容: coupling of

删除的内容: with chlorophyll a appeared

删除的内容: merely

In addition, a linear relationship between $a_g(355)$ and the fluorescence intensity of CDOM was ~~only~~ found in three short periods in the two pools.

Absorption peaks in the UV-B bands (300~350 nm) were observed in the Southern Taiwan Strait in 2005, which were probably associated with mycosporine-like amino acids (MAAs) released by planktons.

删除的内容: was

删除的内容: noticed

删除的内容: southern

删除的内容: was

删除的内容: MAAs

删除的内容:

Key words: CDOM; absorption; fluorescence; temporal variation; controlling factor; Taiwan Strait; freshwater

目录

第一章 绪论	1
1.1 研究意义	1
1.2 国内外研究进展	2
1.2.1 国外 CDOM 研究进展	2
1.2.2 国内 CDOM 研究进展	5
1.3 存在问题及研究设想	6
第二章 技术路线及方法	7
2.1 研究技术路线	7
2.2 CDOM 吸收系数及荧光强度测定	8
2.3 其它参数的测定	9
第三章 芙蓉湖与情人湖 CDOM 的时间变化特征	11
3.1 研究区概况	11
3.2 芙蓉湖、情人湖 CDOM 变化特征分析	12
3.2.1 芙蓉湖、情人湖 CDOM 变化总体特征及与各因素关系分析	12
3.2.2 芙蓉湖分阶段 CDOM 吸收变化特征	19
3.2.3 情人湖分阶段 CDOM 吸收变化特征	26
3.2.4 讨论	31
3.3 总结	33
第四章 台湾海峡南部夏季 CDOM 分布与变化	35
4.1 引言	35
4.2 采样与方法	36
4.3 结果与讨论	37
4.3.1 台湾海峡南部夏季 CDOM 分布特征	37
4.3.2 水华过程 CDOM 的时间变化	48
4.4 总结	54
第五章 总结与展望	57
5.1 论文主要结果	57
5.2 创新点	59

删除的内容: 第一章	...	1
删除的内容: 1		
带格式的	...	2
删除的内容: 1		
带格式的	...	3
删除的内容: 1		
删除的内容: 1		
删除的内容: 2		
删除的内容: 2		
删除的内容: 2		
删除的内容: 2		
删除的内容: 5		
删除的内容: 5		
删除的内容: 6		
删除的内容: 6		
删除的内容: 7		
删除的内容: 7		
带格式的	...	4
删除的内容: 7		
删除的内容: 7		
删除的内容: 8		
删除的内容: 8		
删除的内容: 9		
删除的内容: 9		
删除的内容: 11		
删除的内容: 11		
带格式的	...	5
删除的内容: 11		
删除的内容: 11		
删除的内容: 12		
删除的内容: 12		
删除的内容: 12		
删除的内容: 12		
删除的内容: 12		
删除的内容: 19		
删除的内容: 19		
删除的内容: 26		
删除的内容: 26		
删除的内容: 31		
删除的内容: 31		
删除的内容: 33		
删除的内容: 33		
删除的内容: 35		
删除的内容: 35		
带格式的	...	6
删除的内容: 35		
删除的内容: 35		
删除的内容: 36		
删除的内容: 36		
删除的内容: 37		
删除的内容: 37		
删除的内容: 37		
删除的内容: 37		
删除的内容: 37		
删除的内容: 48		
删除的内容: 48		
带格式的	...	7

5.3 存在问题和今后的发展方向59

参考文献:61

三年来发表及完成的文章67

致谢69

- 删除的内容: 59
- 删除的内容: 59
- 删除的内容: 61
- 删除的内容: 61
- 删除的内容: 67
- 删除的内容: 67
- 删除的内容: 69
- 删除的内容: 69
- 删除的内容: 69
- 删除的内容: 69

▼.....

厦门大学博硕士论文摘要库

Contents

Chapter 1 Introduction.....	1
1.1 Significance of studies on CDOM.....	1
1.2 Overview of studies on CDOM.....	2
1.2.1 International Researches.....	2
1.2.2 Local Researches.....	5
1.3 Objects of this Study.....	6
Chapter 2 Methods	7
2.1 General scheme	7
2.2 Measurement of Absorption Coefficients and Fluorescence Intensity of CDOM.....	8
2.3 Measurement of Other Parameters.....	9
Chapter 3 Temporal Variations of CDOM in Furong and Qingren Pool	11
3.1 Background of Furong and Qingren Pool	11
3.2 Temporal Variations of CDOM in Furong and Qingren Pool	12
3.2.1 Temporal Variations of CDOM and How They Relate to the Other Environmental Parameters in Furong and Qingren Pool.....	12
3.2.2 Changes of CDOM in Furong Pool in Different Phases.....	19
3.2.3 Changes of CDOM in Qingren Pool in Different Phases	26
3.2.4 Discussion	31
3.3 Summary.....	33
Chapter 4 Distribution and Variations of CDOM in the Southern Taiwan Strait..	35
4.1 Introduction.....	35
4.2 Sampling and Methods.....	36
4.3 Results and Discussion.....	37
4.3.1 Distribution of CDOM in the Southern Taiwan Strait in 2005 and 2006	37
4.3.2 Temporal Variations of CDOM during Blooms	48
4.4 Summary.....	54
Chapter 5 Concluding Remarks.....	57
5.1 Summary.....	57
5.2 Remarkable results	59

5.3 Questions to be Addressed in the Future.....	59	删除的内容: 59
References:	61	删除的内容: 59
Publications	67	删除的内容: 61
Acknowledgement.....	69	删除的内容: 61
		删除的内容: 67
		删除的内容: 67
		删除的内容: 69
		删除的内容: 69
		带格式的: 行距: 1.5 倍行距
		删除的内容: Chapter 1
		Introduction 1
		1.1 Significance of studies on CDOM 1
		1.2 Overview of studies on CDOM 2
		1.2.1 International Researches 2
		1.2.2 Local Researches 5
		1.3 Objects of this Study 6
		Chapter 2 Methods 7
		2.1 General scheme 7
		2.2 Measurement of Absorption Coefficients and Fluorescence Intensity of CDOM 8
		2.3 Measurement of Other Parameters 9
		Chapter 3 Temporal Variations of CDOM in Furong and Qingren Pool 11
		3.1 Background of Furong and Qingren Pool 11
		3.2 Temporal Variations of CDOM in Furong and Qingren Pool 12
		3.2.1 Temporal Variations of CDOM and How They Relate to the Other Environmental Parameters in Furong and Qingren Pool 12
		3.2.2 Changes of CDOM in Furong Pool in Different Phases 19
		3.2.3 Changes of CDOM in Qingren Pool in Different Phases 26
		3.2.4 Discussion 31
		3.3 Summary 33
		Chapter 4 Distribution and Variations of CDOM in the Southern Taiwan Strait 35
		4.1 Introduction 35
		4.2 Sampling and Methods 36
		4.3 Results and Discussion 37
		4.3.1 Distribution of CDOM in the Southern Taiwan Strait in 2005 and 2007 18

第一章 绪论

摘要 本章重点介绍 CDOM 的研究意义及国内外在 CDOM 光学性质及时空变化上的研究现状及存在问题，提出本论文的研究设想。

带格式的：字体：四号

1.1 研究意义

1938 年, Kalle 第一次引入黄色物质这一概念 (Kalle, 1938), 经过几十年的认识发展, 人们现在又将该物质称为有色溶解有机物质 (CDOM, Chromophoric dissolved organic mater)。CDOM 是水体中溶解态有机物质 (DOM) 中吸光的部分, 它不仅吸收紫外光, 而且吸收可见光, 因而成为控制自然水体水下光场的重要因子之一, 即使是在 CDOM 含量很低的大洋水体中, CDOM 对水下光场的影响也是不容忽视的 (Nelson 等, 2002)。

随着臭氧层破坏问题的加剧, 尤其是在南极, 臭氧层空洞面积 2006 年又创新高, 达到三倍美国大陆面积 (中国公众科技网)。臭氧层的破坏, 将导致地球表面接收的紫外线强度加大, 不可避免的会对水体的生态系统造成影响 (Blough 等, 2002)。CDOM 作为一种光吸收物质, 尤其对紫外线有着强烈吸收, 因而能阻止有害的紫外线对水生生物的伤害, 对水体生态系统起到一定的保护作用; 然而另一方面, 如果 CDOM 浓度较高, 如河口及近岸区, CDOM 对光的吸收能延伸到可见光蓝光波段, 使得 CDOM 吸收与浮游植物吸收重叠, 一定程度上抑制了浮游植物的光合作用, 降低初级生产力, 并影响到水体的生态系统结构 (Blough 等, 2002)。可见, CDOM 的研究, 对于认识生态系统对日益增强的紫外线的响应及整个生物地球化学循环过程都有着非常重要的意义。

CDOM 经光化学反应, 会产生一系列的中间产物, 如 CO_2 , CO , DMS 等, 从而对 C 及 S 元素的全球循环产生重要影响, 间接影响着全球气候; 另一方面, CDOM 经光降解后, 产生可以被微生物所利用的低分子量物质, 如氮等, 从而加速了微生物的生长。目前研究认为, 光化学作用及微生物作用对于上层海洋及淡水的碳循环, 均起着非常重要的作用 (Nelson 等, 2002 ; Blough 等, 2002)。

卫星的广泛使用, 使研究大尺度空间及时间范围的生物地球化学循环过程变为可能, 为了达到这一目的, 就必须对影响水体光学性质的各种因素进行准确测定, 以建立成熟的算法。CDOM 作为影响水体光学性质的重要参数之一, 它的准确测

定对遥感叶绿素的估算及算法的建立有着非常重要的影响，因此，为达到对区域及全球初级生产力的准确估算，并对 CDOM 进行遥感追踪，CDOM 的光学性质的研究也显得非常必要。

正因为以上论述的 CDOM 在整个自然界中所起的重要作用及技术发展的要求，CDOM 的研究愈益得到重视，以下回顾 CDOM 的国内外研究进展。

1.2 国内外研究进展

1.2.1 国外 CDOM 研究进展

1.2.1.1 CDOM 定义及测量

CDOM 的定义完全是操作性的。有研究者用孔径为 $0.7\ \mu\text{m}$ 的 GF/F 玻璃纤维滤膜分离颗粒态及溶解态物质，将得到的溶解态物质用于测量 CDOM (Bricaud 等, 1981); 但更常用的、并且已写入 NASA 发布的方法协议的做法是使用 $0.2\ \mu\text{m}$ 的聚碳酸酯滤膜进行过滤，过滤得到的溶解态物质中的有色成分定义为 CDOM，用来研究它的各种性质 (Nelson 等, 2002; Mitchell 等, 2000)。

通常采用紫外可见分光光度计测得 CDOM 通过光程 $r\ (\text{m})$ 的光学密度 $A(\lambda)$ ，而后利用式[1]计算得到吸收系数 $a_g(\lambda)$ ：

$$a_g(\lambda) = 2.303 * A(\lambda) / r \quad [1]$$

但为了去除仪器噪音、散射或样品与空白折射率差别所造成的影响，通常进行 700 nm 零点校正：

$$a_g(\lambda) = 2.303 * (A(\lambda) - A(700)) / r \quad [2]$$

除了 700 nm，也有研究者选用 750 nm 或 700 ~ 800 nm 吸收的均值进行校正 (Bricaud 等, 1981; Green 等, 1994; Keith 等, 2002)。

由于 CDOM 在紫外及可见光波段的吸收光谱类似于递减指数函数，可用以下函数拟合 (Bricaud 等, 1981)：

$$a_g(\lambda) = a_g(\lambda_0) \exp(-S_g(\lambda - \lambda_0)) \quad [3]$$

其中 λ_0 是参比波长，通常设在 355 nm， S_g 为吸收光谱斜率 (nm^{-1})；但现今有不少研究者认为用非线性拟合更为合理 (Markager & Vincent, 2000)，

$$a_g(\lambda) = a_g(\lambda_0) \exp(-S_g(\lambda - \lambda_0)) + K \quad [4]$$

S_g 值通常用来描述 CDOM 吸收的光谱依赖性，并且随 CDOM 来源不同而不同。

一般来说， S_g 有以下规律：(1) 富里酸的 S_g 值比腐殖酸的大；(2) S_g 随分子量的增

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库